



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 137 467
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84111955.5

(6) Int. Cl.⁴: C 01 B 3/26

(22) Anmeldetag: 05.10.84

C 01 B 3/02, C 01 C 1/04

(30) Priorität: 12.10.83 DE 3337078

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.04.85 Patentblatt 85/18

(64) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR IT LI SE

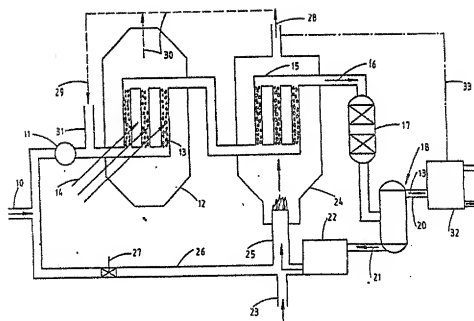
(71) Anmelder: M.A.N. MASCHINENFABRIK
AUGSBURG-NÜRNBERG Aktiengesellschaft
Dachauer Strasse 687 Postfach 50 06 20
D-8000 München 50(DE)

(72) Erfinder: Matchlor, Eckhard, Dr. Dipl.-Phys. Dr. Ing.
von-Ruckteschell-Weg 7
D-80660 Dachau(DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas.

(57) Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas, insbesondere Wasserstoff (18) durch Umsetzung von Brennstoff an Katalysatoren (13, 16) unter Einwirkung von Wärme. Zur Reduzierung von Brennstoff-Energieverlusten bei derartigen chemischen Prozessen werden die Katalysatoren zumindest teilweise durch direkte oder indirekte Sonneneinstrahlung beheizt. Die aus dem chemischen Prozeß nach Trennung des Synthesegases anfallenden Restprodukte (21) werden zur Beheizung eines einen weiteren Katalysator (16) enthaltenden Reformierofens (24) verbrannt. Die Rauchgasabwärme (28) wird zur Herstellung von Dampf (28) genutzt. Die Anlage kann direkt mit einer Ammoniak-Syntheseeinrichtung verbunden werden.

EP 0 137 467 A2



1 M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NORNBERG
Aktiengesellschaft
gü/sd

5

München, 11. Oktober 1983

10 Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung
15 zum Herstellen von Synthesegas, insbesondere Wasserstoff,
durch Umsetzen von Brennstoff an Katalysatoren unter Ein-
wirkung von Wärme.

Synthesegase werden in großen Mengen als Mischprodukte
20 für die Herstellung von Produkten wie Kohlenwasserstoffen,
Alkoholen, Ammoniak erzeugt. Während des Ablaufes der
chemischen Prozesse bei der Herstellung derartiger
Synthesegase treten große Exergieverluste auf, die durch
die Exergie fossiler Brennstoffe, vorwiegend solcher auf
25 Petroleumbasis, gedeckt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren
der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem die Brenn-
stoff-Exergieverluste reduziert werden können.

30 Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1
gekennzeichneten Merkmale gelöst..

35

7.2216

1 Durch die Einkopplung der Sonnenenergie in den Katalysator
 bzw. Dampfreformer wird zumindest ein Teil der hochwertigen
 Brennstoffe ersetzt, so daß die Durchführung des Prozesses
 mit einem sehr günstigen thermodynamischen Wirkungsgrad
 5 möglich ist.

Die Beheizung durch Sonnenenergie kann direkt durch Aus-
 bildung des Katalysators bzw. des Dampfreformers als Solar-
 absorber oder indirekt mit Zwischenwärmeträgern erfolgen.

10

Vorzugsweise werden zwei Katalysatoren in Reihe verwendet,
 von denen der in Strömungsrichtung erst angeordnete durch
 Solarenergie beheizt wird und der zweite durch Verbrennung
 des Restproduktes aus dem Synthesegas-Herstellungsprozeß

15

beheizt wird.

Hierdurch ist ein autarker, kontinuierlicher Betrieb des
 chemischen Prozesses möglich, bei dem die Restprodukte
 nicht für anderweitige Verwertung wegtransportiert werden
 20 muß, sondern zur weiteren Einsparung von Brennstoffenergie
 im eigenen Prozeß verwertet wird. Die Restwärme aus den
 Rauchgasen kann ferner vorteilhaft zur Herstellung von
 Prozeßdampf genutzt werden.

25

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird
 das Verfahren zur Herstellung von Ammoniak über Synthesega-
 gas verwendet. Hierbei kann zur erforderlichen Luft- und
 Einsatzstoffen-Erwärmung ebenfalls die Restwärme aus den
 Rauchgasen verwendet werden.

30

35

- 1 In vielen sonnenreichen Ländern ist Ammoniak für die Düngemittel-Herstellung oft das erste Produkt einer beginnenden Industrialisierung daB am Herstellungsort bzw. in der Umgebung verbraucht wird und durch das erfindungsgemäße Verfahren am Verbrauchsort hergestellt werden kann,
- 5 was teure Infrastrukturen, wie z.B. Stromverteilungs-Netze oder Pipeline-Systeme bei Fernenergie-Systeme einspart.
- 10 Die unterhalb der Prozeßtemperatur verfügbare Rauchgaswärme aus der Verbrennung der Restprodukte kann dabei vollständig zur Herstellung von erforderlichem Prozeßdampf und zur Vorwärmung von Luft und Einsatzstoffen für den Ammoniak-Prozeß ausgenutzt werden. Diese Abwärmenutzung
- 15 führt zu energieautarken Anlagen und damit zusätzlich zu einem großen Gesamtnutzungsgrad der Solarenergie.

- Die Erfindung erstreckt sich auf eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die durch
- 20 die Merkmale des Anspruches 5 gekennzeichnet ist.

Die Unteransprüche 6 bis 8 kennzeichnen vorteilhafte Ausführungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

- 25 Das Verfahren wird nachstehend anhand der Zeichnung näher beschrieben.

- Über eine Brennstoff-, insbesondere Erdgas-Zuleitung 10 und einer Förderpumpe 11 wird das Rohprodukt einem
- 30 in einem Reformer 12 angeordneten Katalysator 13 zur Herstellung von Wasserstoff zugeführt. Der Katalysator 13 ist als Solarabsorber ausgebildet und den Solarstrahlen 14 ausgesetzt. Dem ersten Katalysator 13 ist ein Sekundär-Katalysator 15 nachgeschaltet. Das in den Katalysatoren 13
- 35 und 15 umgesetzte Erdgas 16 wird über einen CO-Converter 17

7.2216

11.10.1983

1 einem Druckwechseladsorptions-Wascher 18 zugeleitet, in
dem der Wasserstoff 19 getrennt und über eine Ausgangs-
leitung 20 abgeführt wird. Das Restprodukt bzw. Restgas 21
wird einem Speicher 22 zugeführt, aus dem das brennbare
6 Produkt unter Zuführung von Luft 23 in einem Reforme-
ofen 24 bei Bedarf zur Beheizung des Sekundär-Katalysators
15 verbrannt wird, wenn zur Erhaltung eines kontinuierlichen
Betriebes nicht ausreichende Sonnenenergie 14 zur Verfügung
steht. Die Brennstoffluftzufuhr 25 für den Reformerofen 24
10 ist über eine Leitung 26 und ein Ventil 27 mit der
Brennstoffzufuhr 10 verbunden, so daß bei länger anhalten-
dem Sonnenstrahlenausfall nach Verbrauch des gespeicher-
ten Restproduktes der Reformerofen 24 mittels Primär-
energie weiter in Betrieb gehalten werden kann.

15 Die Endtemperatur des Primärreformers 12 wird so gewählt,
daß - ähnlich einem Braun-Purifier-Prozeß oder bei nach-
geschaltetem Druckwechseladsorptions-Prozeß - ein großer
Teil des Methans nicht umgesetzt wird. Das ermöglicht
20 mildere Bedingungen für den Betrieb der Katalysatorrohre
15 im Reformerofen 24 und nach Trennung des Wasser-
stoffes 19 von den übrigen Reaktionsprodukten 21, die
Restgase 21 zur fossilen Stützung des Prozesses in Zeiten
einzusetzen, während deren Solarbetrieb nicht möglich ist,
25 wie z.B. in der Nacht, bei Abschattung durch Wolken, und
damit die Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen Be-
triebes.

Die Sonnenenergie sowie die Wärmeenergie aus den Rauch-
30 gasen 28 vom Reformerofen 24 werden zur Erzeugung von
Dampf 29 verwendet, wie es mit den gestrichelten Linien
angedeutet wird. Der Dampf 29 wird für den Reformierungs-
Prozeß über eine Zuleitung 31 dem Brennstoff beigemischt.

- 1 Die hier beschriebene Anlage wird bei der Verwendung des
Wasserstoffes 19 zur Herstellung von Ammoniak an eine
Ammoniaksyntheseanlage, die allgemein mit der Ziffer 32
gekennzeichnet ist, angeschlossen. Hierbei wird die
5 unterhalb der Prozeßtemperatur verfügbare Rauchgaswärme
28 außer zur Herstellung des Dampfes 29 zur Vorwärmung
(33) von Luft- und Einsatzstoffen für den Ammoniak-Prozeß
ausgenützt. Die gesamte Anlage stellt somit eine energie-
autarke Anlage dar, bei der nicht nur Primärenergie
10 eingespart wird, sondern auch Transport- bzw. unter
Umständen lange Rohrleitungen entfallen.

- Durch die Einkopplung der Solarenergie in einen der-
artigen Prozeß wird außerdem ein besserer exergetischer
15 Wirkungsgrad als bei anderen Solarenergie-Nutzungs-
systemen, wie z.B. zur Stromerzeugung, erlangt.

- Anstelle den Katalysator als Solarabsorber auszubilden,
kann die Beheizung desselben durch Solarenergie auch
20 mittelbar unter Verwendung von Zwischenwärmeträgern, z.B.
ein Fluid erfolgen.

25

30

35

1 M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NORNBERG
Aktiengesellschaft
gü/sd

5

München, 11. Oktober 1983

10

P a t e n t a n s p r ü c h e

15

1. Verfahren zum Herstellen von Synthesegas, insbesondere Wasserstoff, durch Umsetzung von Brennstoff an Katalysatoren unter Einwirkung von Wärme, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatoren (13, 14) zumindest teilweise durch direkte oder indirekte Sonnenenergieeinwirkung beheizt werden.

20

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Katalysatoren (13, 15) in Reihe geschaltet werden, von denen der in Strömungsrichtung erst angeordnete (13) durch Solarenergie (14) beheizt wird, und daß der zweite durch Verbrennung des Restproduktes (21) aus dem Synthesegas-Herstellungsprozeß beheizt wird.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zur Herstellung von Ammoniak über Synthesegas verwendet wird.

35

- 1 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die unterhalb der Prozeßtemperatur verfügbare Rauchgaswärme aus der Verbrennung des Restproduktes (21) zur Erzeugung von Prozeßdampf
- 5 (29) und/oder zur Vorwärmung von Luft und Einsatzstoffen (33) für den Ammoniakprozeß ausgenutzt wird.
- 10 5. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, mit mindestens einem Katalysator, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Katalysator (13) mit Sonnenenergie (14) beheizbar ist.
- 15 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Katalysator (13) als Solarenergie-Absorber ausgebildet ist.
- 20 7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Katalysator (15) vorgesehen ist, der durch Verbrennung der Restprodukte (21) aus dem Synthese-Herstellungs-Prozeß beheizbar ist.
- 25 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicher (22) für die Restprodukte (21) des Synthese-Herstellungsprozesses vorgesehen ist.
- 30 9. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein den Katalysator (13) enthaltender Reformier bzw. Reformierofen (12) als Solarkollektor ausgebildet ist.
- 35

0137467

